

Estudio de capacidad Ruta 5 - Braspine

Revisión	Fecha	Responsables de elaboración	Responsable de aprobación	Comentarios
1	17/07/2024	MB/MK	RA	
2				
3				
4				



Índice

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	MODELACIÓN DE TRÁNSITO	2
2.1	Software de modelación	2
2.2	Hipótesis y datos de entrada del modelo	3
2.2.1	Características geométricas	3
2.2.2	Demanda vehicular	5
2.2.2.1	Demanda vehicular sin proyecto	5
2.2.2.1	Demanda vehicular asociada al proyecto	8
2.3	Velocidad	12
2.4	Escenarios de simulación	13
2.5	Parámetros de evaluación	13
3.	RESULTADOS	14
3.1	Escenario 1	14
3.2	Escenario 2	16
3.3	Escenario 3	18
3.4	Escenario 4	19
4.	CONCLUSIONES.....	20

Índice de ilustraciones

Ilustración 1-1 Ubicación de la planta	1
Ilustración 2-1 Interfaz del software de simulación PTV VISTRO	2
Ilustración 2-2 Interfaz del software	3
Ilustración 2-3 Modelo de la rotonda – Acceso Braspine.....	4
Ilustración 2-4 Modelo del cruce en T – Acceso Braspine	4
Ilustración 3-1 Detalle de demandas - Escenario 1	14
Ilustración 3-2 Diagrama resultados - Escenario 1	15
Ilustración 3-3 Detalle de demandas - Escenario 2	16
Ilustración 3-4 Diagrama resultados - Escenario 2	17
Ilustración 3-5 Diagrama resultados - Escenario 3	18
Ilustración 3-6 Diagrama resultados - Escenario 4	19

Índice de tablas

Tabla 2-1 TPDA en Ruta 5 Tramo 632.....	5
Tabla 2-2 Cálculo k-factor PP85 – Año 2023.....	6
Tabla 2-3 Elasticidad de tránsito por tipo de vehículo	7
Tabla 2-4 Tasa de crecimiento esperada PIB periodo 2024-2033	8
Tabla 2-5 Volumen vehicular proyectado año 2026 – Ruta 5 km.....	8
Tabla 2-6 Volumen vehicular proyectado año 2031 – Ruta 5 km.....	8
Tabla 2-7 Demanda año de apertura 2026.....	10
Tabla 2-8 Demanda año de diseño 2031	10
Tabla 2-9 Estimación de tránsito horario total por tipo de vehículo.....	11
Tabla 2-10 Vehículos asociados a la planta – Año de apertura 2026	11
Tabla 2-11 Vehículos asociados a la planta – Año de diseño 2031	12
Tabla 2-12 Criterio de Niveles de Servicio para Intersecciones no semaforizadas	13
Tabla 3-1 Promedio de demoras, longitud de cola y NS - Escenario 1	15
Tabla 3-2 Promedio de demoras, longitud de cola y NS - Escenario 2	17
Tabla 3-3 Promedio de demoras, longitud de cola y NS - Escenario 3	18
Tabla 3-4 Promedio de demoras, longitud de cola y NS - Escenario 4	19

1. INTRODUCCIÓN

En el marco de la apertura de la planta Braspine con acceso sobre Ruta 5 km 398, al norte de la ciudad de Tacuarembó, en el departamento del mismo nombre, se generará transporte de materiales y personal, desde y hacia el predio donde estará emplazada. El presente informe analiza la capacidad de la ruta y del acceso a construir para su operación, en base a la demanda de tránsito que se generará por el emprendimiento.

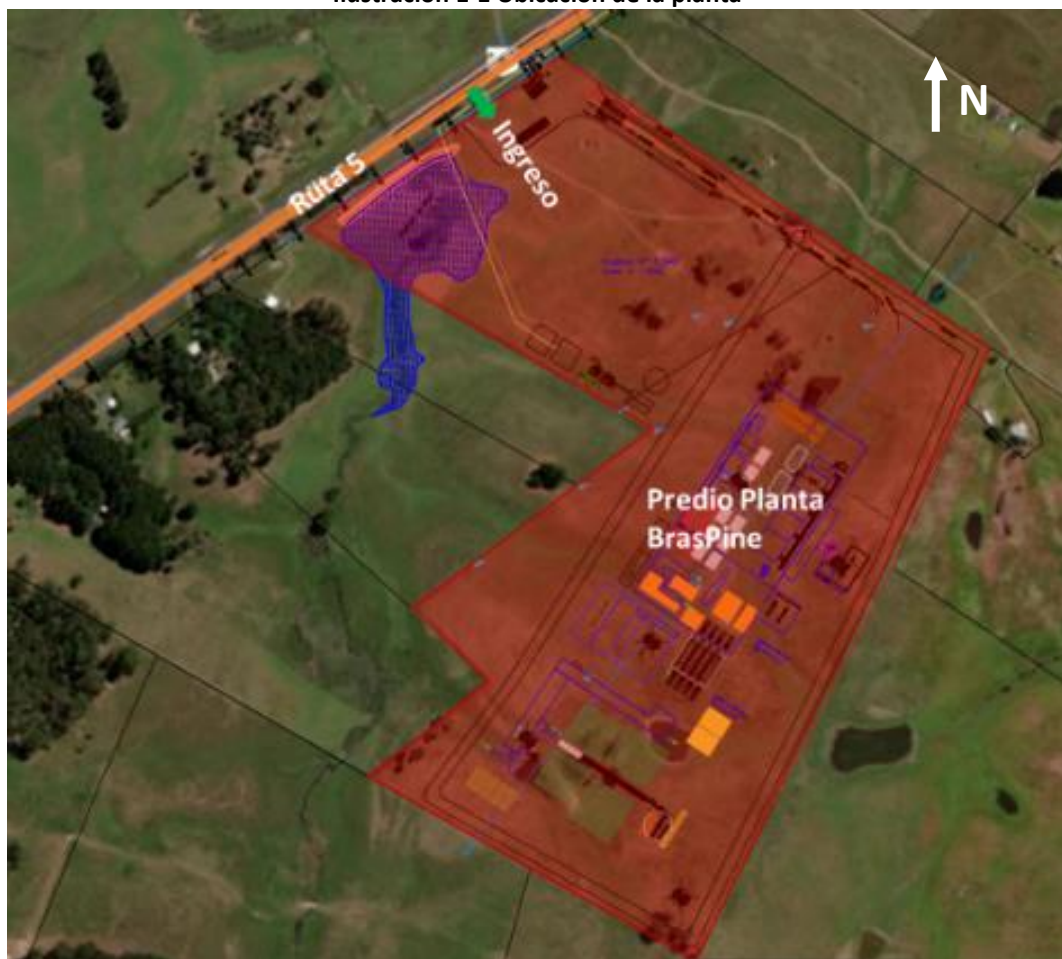
En el estudio se considera las características del tránsito generado por el proyecto en dos escenarios de operación diferentes, que son el año de apertura (2026) y el año de diseño en el 5to año luego de la apertura (2031).

A su vez, se analiza el impacto producido por el flujo vehicular proyectado en Ruta 5 y el Acceso al predio de Braspine para dos posibles geometrías que preliminarmente se maneja podría presentar el mismo, siendo estas una rotonda o un cruce en T.

El hecho de considerar soluciones de estas características se fundamenta en que el punto bajo análisis servirá de ingreso y egreso para todo el tránsito vehicular asociado al desarrollo, el cual incluye un considerable volumen de tránsito pesado.

A continuación se presenta una imagen del sitio donde se situará la planta.

Ilustración 1-1 Ubicación de la planta



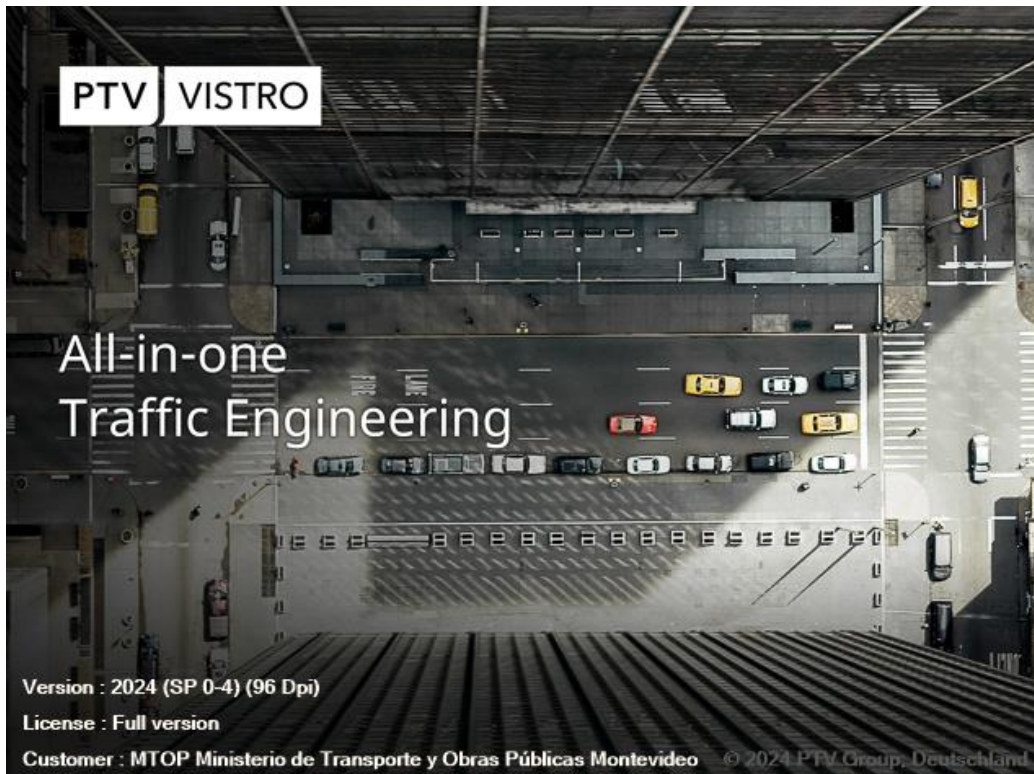
Fuente: Elaboración propia sobre documentación brindada por Braspine

2. MODELACIÓN DE TRÁNSITO

2.1 Software de modelación

El software de simulación PTV VISTRO, de la empresa PTV AG de Alemania, permite generar modelos de simulación de tránsito y obtener parámetros de evaluación de tránsito según estándares mundialmente reconocidos como los del Highway Capacity Manual (HCM). Se ha utilizado el programa en su versión 2024.

Ilustración 2-1 Interfaz del software de simulación PTV VISTRO



Fuente: PTV VISTRO 2024

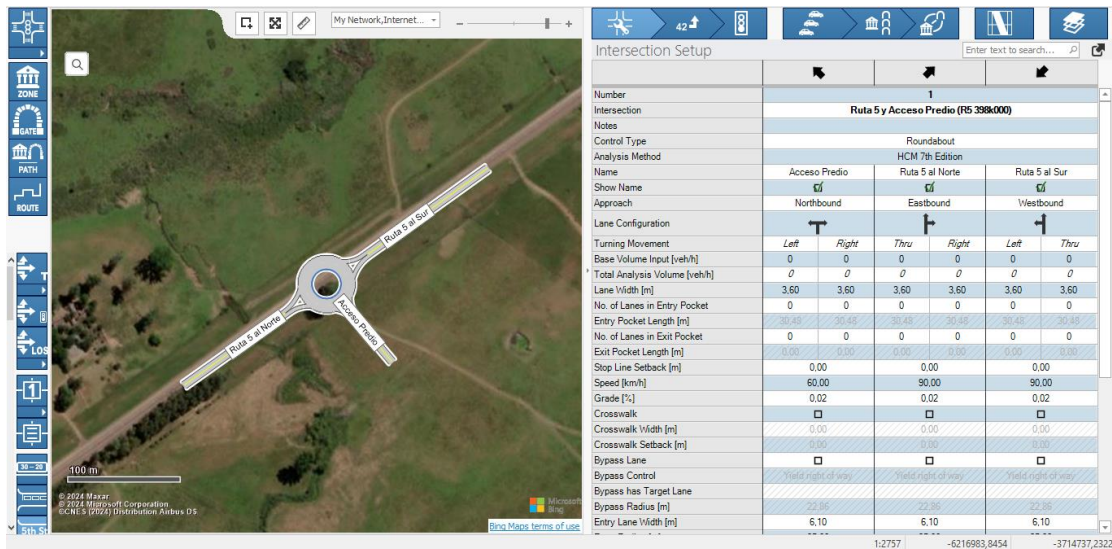
Cada intersección se modela según su tipo de control de tráfico, clasificado en las siguientes categorías:

- Control semaforizado
- Con detención para todas las aproximaciones (“All-way stop”)
- Con detención para dos aproximaciones secundarias (“Two-way stop”)
- Rotonda
- Otros

Se ingresan los parámetros geométricos requeridos para el cálculo según los diferentes métodos de análisis entre los que se destacan ancho y cantidad de carriles de todas las aproximaciones, velocidades de circulación para cada aproximación, volumen vehicular horario y porcentaje de vehículos pesados por maniobra y parámetros de planificación semaforica en los casos que corresponda.

El software permite obtener indicadores de desempeño de la infraestructura analizada, así como salidas gráficas para la visualización de los escenarios planteados y su funcionamiento.

Ilustración 2-2 Interfaz del software



Fuente: PTV VISTRO 2024.

2.2 Hipótesis y datos de entrada del modelo

2.2.1 Características geométricas

El modelo abarca la nueva intersección sobre Ruta 5 y el acceso al predio de Braspine, ubicada en el km 398 de la Ruta 5, al norte de la ciudad de Tacuarembó, departamento de Tacuarembó.

Se modela la geometría actual de la red a partir de imágenes satelitales directamente integradas a la interfaz de trabajo del software, lo que garantiza la precisión funcional de la simulación. El ancho de las calzadas sobre la ruta es de 7,00 m, dividido en dos carriles de igual dimensión.

Para el escenario de rotonda, esta se proyectada que cuente con tres aproximaciones, al norte y sur aquellas correspondientes al atravesamiento de Ruta 5, mientras que al este se encuentra el acceso al predio de Braspine. Todas las aproximaciones cuentan con doble sentido de circulación. El interior de la rotonda cuenta con dos carriles de circulación con un ancho total de 6,35 m. El diámetro inscripto de la rotonda es de 51,40 m.

El cruce en T cuenta con las mismas aproximaciones mencionadas previamente, y suma una dársena de giro a la izquierda para aquellos vehículos que realizan la aproximación e ingreso al predio desde el norte. A su vez, también dispone de carriles de aceleración que proveen mejores condiciones de seguridad para la incorporación al tránsito pasante por Ruta 5 para aquellos vehículos que salen desde el predio de la planta. Preliminarmente meramente para el cálculo se establecen carriles de aceleración y desaceleración de largo efectivo de 30 m. Estos largos no contemplan las transiciones y además deberán ser ajustados en la etapa de diseño de la solución, en base a los resultados arrojados en el presente informe y en los parámetros de diseño geométricos que se utilicen para su confección.

Como fue mencionado, se consideran valores dimensionales preliminares en cuanto a longitudes y radios de las geometrías propuestas, con datos estrictamente necesarios para el cálculo de capacidad. Algunos parámetros podrán verse modificados dentro de rangos razonables, los cuales no influirán en los resultados obtenidos.

Ilustración 2-3 Modelo de la rotonda – Acceso Braspine



Fuente: Elaboración propia en PTV VISTRO 2024

Ilustración 2-4 Modelo del cruce en T – Acceso Braspine



Fuente: Elaboración propia en PTV VISTRO 2024

2.2.2 Demanda vehicular

2.2.2.1 Demanda vehicular sin proyecto

Para la modelación de la demanda vehicular de la Ruta 5, sin la presencia del emprendimiento, se utilizan datos proporcionados por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).

Se adoptan como representativos para el sector en estudio los datos del tramo 632 de la Ruta 5, que se desarrolla desde el Arroyo Tranqueras, en el kilómetro 381, hasta la progresiva 400 km. Se obtienen los siguientes valores de Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), y su distribución en las categorías autos, utilitarios, ómnibus, camiones medianos, camiones semipesados y camiones pesados.

Tabla 2-1 TPDA en Ruta 5 Tramo 632

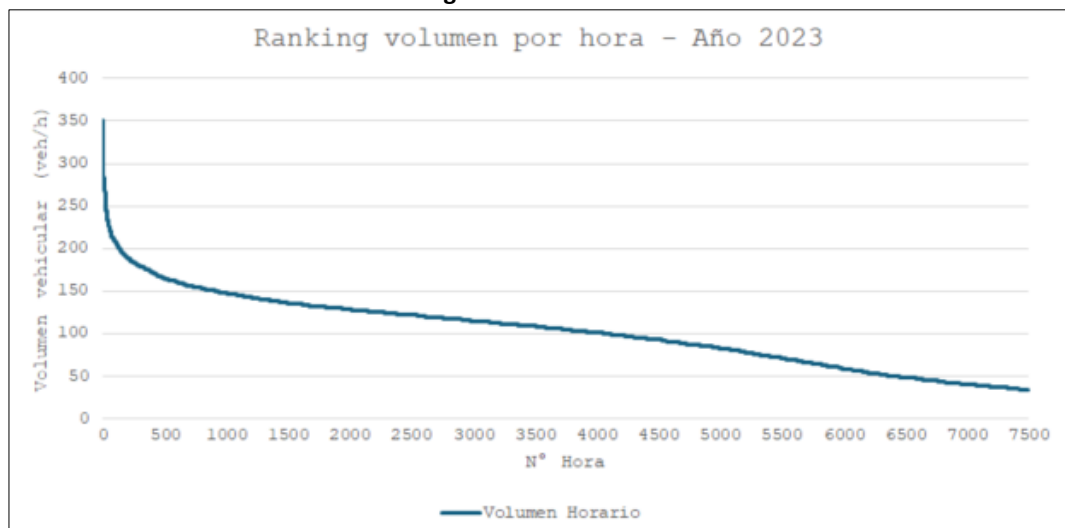
Año	TPDA	Autos	Utilitarios	Ómnibus	Camiones medianos	Camiones semipesados	Camiones pesados
2023	2.203	1.097	256	71	198	171	410

Fuente: RET 2023 – Dirección Nacional de Vialidad (DNV)

A su vez, de manera de realizar la transformación de volumen diario a volumen diario, y luego a volumen diario pico, se realizan transformaciones al TPDA con parámetros que dependen de las características de la vía. Se utilizan los datos del año 2023 del flujo vehicular el puesto de conteos permanente que tiene el MTOP sobre la Ruta 5 progresiva 313k300 (Puesto Permanente PP85) como representativos a los existentes en la zona del proyecto.

Para calcular el volumen horario a partir del TPDA se utiliza el k-factor, el cual suele variar entre 10%-15% dependiendo de cada vía analizada. Un valor comúnmente utilizado para el k-factor es aquel obtenido mediante la utilización de la Hora 30. La Hora 30 se refiere al volumen registrado en la trigésima hora más cargada del año. Para obtenerlo se deben contar con el total datos registrados por hora durante un año completo. A continuación, se ilustran los volúmenes horarios ordenados de mayor a menor a lo largo del año 2023:

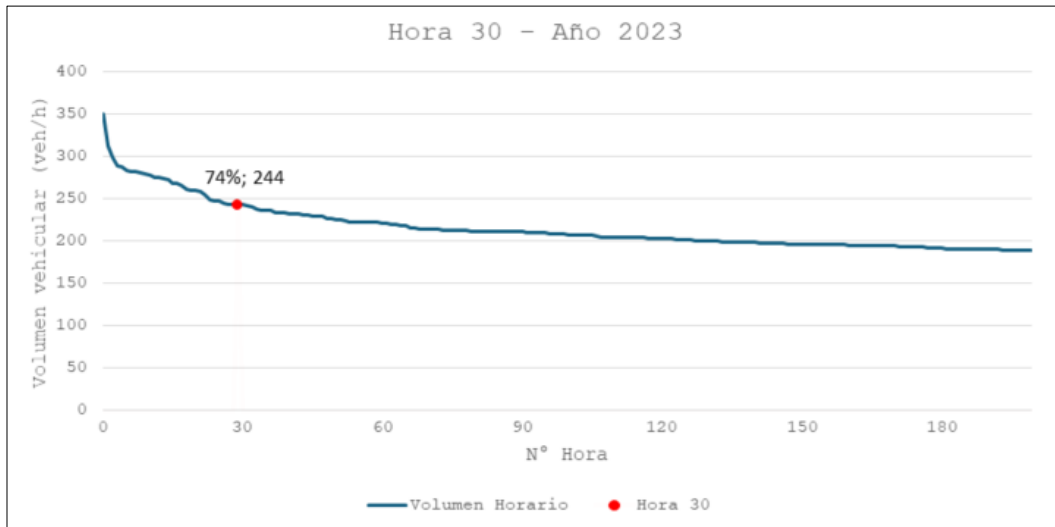
Gráfico 2-1 Ranking volumen horario PP85 – Año 2023



Fuente: Relevamiento estadístico del Tránsito 2023 – DNV.

Se ilustra a continuación el dato de volumen total registrado durante la Hora 30, junto con el porcentaje de direccionalidad por sentido registrado en dicha hora.

Gráfico 2-2 Volumen y direccionalidad Hora 30 PP85 – Año 2023



Fuente: Relevamiento estadístico del Tránsito 2023 – DNV.

En virtud de los datos presentados el k-factor resulta 11,1%

Tabla 2-2 Cálculo k-factor PP85 – Año 2023

Parámetro	Valor
TPDA	2.203
Hora 30	244
k-factor	11,1%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del RET – DNV.

Finalmente siguiendo la metodología del HCM se requiere mayorar el volumen horario de manera de contemplar los 15 minutos más cargados de la hora. En tal sentido, se utiliza el Factor de Hora Pico (PHF, de sus siglas en inglés “Peak Hour Factor”) para el cual el HCM recomienda el valor de 0,94 para rutas de un carril por sentido en zonas rurales.

En resumen, los parámetros de cálculo son:

- Volumen en la hora 30 del año 2023: 244 vehículos.
- Factor K (Volumen Hora 30/TPDA): 0,11.
- Factor de Hora Pico (PHF): 0,94.

Para determinar el volumen vehicular en los años venideros, se utiliza el método de correlación del tránsito con el crecimiento de la economía. Para ello, se plantean dos escenarios a futuro:

- Año 2026 – Año de apertura
- Año 2031 – Año de diseño

La fuerte correlación entre ambas variables permite modelar el comportamiento del tránsito utilizando como una de las variables explicativas el Producto Bruto Interno (PBI). La correlación emplea un coeficiente de elasticidad, que se define como la variación porcentual que experimenta el tránsito frente a una variación porcentual del PBI en un 1%. Este coeficiente se calcula para tres grupos: livianos, ómnibus y camiones.

La elasticidad (ϵ) se puede definir como la variación porcentual que experimenta el tránsito (T) frente a una variación porcentual del PBI en un 1%.

$$\epsilon = \frac{\partial T}{\partial PBI}$$

Para el cálculo de las elasticidades se utilizó información histórica de tránsito en los tramos de la red de rutas nacionales publicadas en el marco del proyecto de Relevamiento Estadístico de Tránsito (RET) del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). En particular, se analizaron datos de Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) para las categorías vehiculares de autos, buses y camiones. En este proyecto se utilizó el tramo N°632 de la Ruta 5, que se extiende desde el Arroyo Tranqueras, en el kilómetro 381, hasta la progresiva 400 km, en el departamento de Tacuarembó.

Las elasticidades calculadas surgen de realizar una regresión lineal entre el PIB de la economía uruguaya y el tránsito del tramo para el período en el que se cuenta con esta información, es decir 2005-2023. A continuación, se presenta la regresión estimada:

$$\log(\text{tránsito}_i) = \alpha + \epsilon_i * \log(\text{PIB}) + \epsilon$$

Siendo:

- tránsito_i el tránsito de la categoría i
- α la constante de la regresión
- ϵ_i la elasticidad tránsito/PIB de la categoría i
- PIB es el Producto Bruto Interno de la economía uruguaya
- ϵ es el término de error

A partir de estimar una regresión para cada una de las categorías de vehículos, se obtuvieron las siguientes elasticidades.

Tabla 2-3 Elasticidad de tránsito por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Elasticidad Tránsito/PIB
Autos	1,622
Ómnibus	0,425
Camiones	2,001

Fuente: Elaboración propia en base a datos del RET – DNV.

Respecto a la evolución esperada del PIB de Uruguay, se utilizaron las tasas de crecimiento publicadas por la encuesta de expectativas económicas del Banco Central del Uruguay para el período 2024-2028. Para los siguientes años, se utilizó la tasa de crecimiento promedio del PIB Potencial calculada por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) para el período 2021-2030 que se ubica en 2,1%.

Tabla 2-4 Tasa de crecimiento esperada PIB periodo 2024-2033

Periodo	Tasa de crecimiento esperada PIB
2024	3,3%
2025	2,6%
2026	2,5%
2027	2,5%
2028	2,5%
2029	2,1%
2030	2,1%
2031	2,1%
2032	2,1%
2033	2,1%

Fuente: MEF.

Finalmente, teniendo en cuenta la tasa de crecimiento del parque automotor, se obtiene de forma proyectada el TPDA para los años de análisis, donde se alcanzará el nivel de operación plena, luego de culminar todas las etapas de obras previstas. A partir del TPDA y de los parámetros antes calculados para el tramo de la ruta a analizar se obtienen los siguientes valores de tránsito:

Tabla 2-5 Volumen vehicular proyectado año 2026 – Ruta 5 km 398

Tipo de vehículo	TPDA	Hora Diseño	Dist. 50%	Dist. 50%
Autos	1.257	148	74	74
Ómnibus	74	9	4	4
Camiones	1.224	144	72	72
Total	2.554	301	150	150

Fuente: Elaboración propia en base a datos del RET – DNV.

Tabla 2-6 Volumen vehicular proyectado año 2031 – Ruta 5 km 398

Tipo de vehículo	TPDA	Hora Diseño	Dist. 50%	Dist. 50%
Autos	1.547	182	91	91
Ómnibus	78	9	5	5
Camiones	1.582	186	93	93
Total	3.207	378	189	189

Fuente: Elaboración propia en base a datos del RET – DNV.

2.2.2.1 Demanda vehicular asociada al proyecto

La demanda asociada al proyecto fue proporcionada por la empresa, tanto para la situación inicial de año de apertura como para el momento del año de diseño. Para determinar y distribuir la demanda, se consideran las siguientes hipótesis asumidas por la empresa:

- El volumen total de vehículos es el mismo para ambos escenarios, solo se modifica el origen y destino de algunos viajes, afectando la direccionalidad del tránsito generado.
- El transporte de materias primas, insumos y productos en camiones se distribuye durante 16 horas diarias, lo que representa la duración de dos turnos de trabajo al día, situándose del lado conservador ya que se prevé una operación en tres turnos cubriendo la totalidad del día.
- Se considera que el transporte de troncos proviene en un 85% de zonas ubicadas al norte de la planta y un 15% desde el sur.
- Se asume que el destino de los subproductos de la planta se distribuirán en partes iguales tanto hacia el norte como hacia el sur.
- Para el caso de los productos, la hipótesis del escenario inicial en el año de comienzo de operaciones considera que el 75% de los mismos sean transportados hacia el norte y un 25% hacia el sur, hasta el Puerto de Montevideo. Esta distribución varía a partir del año de diseño en el que el 67% pasará a llevarse hacia el puerto, mientras que el restante 33% será enviado hacia el norte.
- Para el transporte del personal se considera que en su totalidad provendrá de la Ciudad de Tacuarembó, al sur de la planta. Para esta actividad se toman como medios de transporte la utilización de ómnibus y vehículos livianos particulares, asumiendo una ocupación promedio por vehículo de 30 personas para los buses y de 1,5 personas para los vehículos livianos. A su vez, se consideran dos turnos de trabajo diarios con la misma cantidad de personal cada uno de ellos y que la misma cantidad de vehículos que ingresan, también egresan en la misma hora de análisis.

En las siguientes tablas se muestra la demanda generada por la planta en sus dos escenarios de operación. En ellas se muestra el volumen horario asociado a cada tipo de actividad y su punto de origen y destino:

Tabla 2-7 Demanda año de apertura 2026

Actividad de transporte	Viajes diarios promedio	Horas distribuidas	Hipótesis	Volumen Horario	Origen/destino
Insumos, Producto y Otros					
Transporte de Troncos	110	16	Distribución en 16 horas	7	85% Norte / 15% Sur
Transporte de Productos	35	16	Distribución en 16 horas	3	75% Norte / 25% Sur
Transporte de Subproductos	20	16	Distribución en 16 horas	2	50% Norte / 50% Sur
Personal					
Ómnibus	13	2	2 turnos con misma cantidad de personal	7	0% Norte / 100% Sur
Vehículo Particular	40	2	2 turnos con misma cantidad de personal	20	0% Norte / 100% Sur

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-8 Demanda año de diseño 2031

Actividad de transporte	Viajes diarios promedio	Horas distribuidas	Hipótesis	Volumen Horario	Origen/destino
Insumos, Producto y Otros					
Transporte de Troncos	110	16	Distribución en 16 horas	7	85% Norte / 15% Sur
Transporte de Productos	35	16	Distribución en 16 horas	3	33% Norte / 67% Sur
Transporte de Subproductos	20	16	Distribución en 16 horas	2	50% Norte / 50% Sur
Personal					
Ómnibus	13	2	2 turnos con misma cantidad de personal	7	0% Norte / 100% Sur
Vehículo Particular	40	2	2 turnos con misma cantidad de personal	20	0% Norte / 100% Sur

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, el volumen horario registrado para cada tipo de vehículos es el siguiente:

Tabla 2-9 Estimación de tránsito horario total por tipo de vehículo

Tipo Vehículo	Volumen Horario
Vehículo liviano	20
Ómnibus	7
Vehículo pesado	12

Fuente: Elaboración propia.

A partir de las hipótesis de distribución según el origen/destino de cada escenario, se obtienen los siguientes viajes horarios según cada maniobra de ingreso y egreso al emprendimiento para cada sentido de circulación:

Tabla 2-10 Vehículos asociados a la planta – Año de apertura 2026

Tipo vehículo	Maniobra	Origen/Destino	Volumen Horario
Vehículo Liviano	Ingreso	Norte	-
		Sur	20
	Egreso	Norte	-
		Sur	20
Ómnibus	Ingreso	Norte	-
		Sur	7
	Egreso	Norte	-
		Sur	7
Vehículo Pesado	Ingreso	Norte	10
		Sur	3
	Egreso	Norte	10
		Sur	3
Total	Ingreso	Norte	10
		Sur	30
	Egreso	Norte	10
		Sur	30

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-11 Vehículos asociados a la planta – Año de diseño 2031

Tipo vehículo	Maniobra	Origen/Destino	Volumen Horario
Vehículo Liviano	Ingreso	Norte	-
		Sur	20
	Egreso	Norte	-
		Sur	20
Ómnibus	Ingreso	Norte	-
		Sur	7
	Egreso	Norte	-
		Sur	7
Vehículo Pesado	Ingreso	Norte	8
		Sur	5
	Egreso	Norte	8
		Sur	5
Total	Ingreso	Norte	8
		Sur	32
	Egreso	Norte	8
		Sur	32

Fuente: Elaboración propia

2.3 Velocidad

La velocidad máxima permitida para las aproximaciones de la ruta es de 90 km/h, mientras que para la aproximación del acceso al predio se utiliza 60 km/h.

2.4 Escenarios de simulación

Son analizados cuatro escenarios, los cuales surgen de la combinación de las siguientes dos variables:

- Geometría de acceso (Rotonda, cruce en T).
- Etapa del emprendimiento (año de apertura, año de diseño).

De este modo se establece:

- Escenario 1: Rotonda de acceso – Año de apertura 2026
- Escenario 2: Rotonda de acceso – Año de diseño 2031
- Escenario 3: Acceso en T – Año de apertura 2026
- Escenario 4: Acceso en T – Año de diseño 2031

2.5 Parámetros de evaluación

Para la comparación de los diferentes escenarios, se obtienen resultados de parámetros usualmente utilizados en evaluaciones de tránsito, como son:

- Promedio de demoras (s/veh)
- Longitud de cola promedio del percentil 95 (Veh; m)
- Nivel de Servicio (NS)

Para la determinación de los NS se utilizan los rangos de demoras definidos por el *Highway Capacity Manual* (HCM) en su 7ta Edición, para intersecciones no semaforizadas (“Unsignalized Intesections”).

Tabla 2-12 Criterio de Niveles de Servicio para Intersecciones no semaforizadas

Nivel de Servicio	Demoras por vehículo (s/veh)
A	< 10
B	> 10-15
C	> 15-25
D	> 25-35
E	> 35-50
F	> 50

Fuente: Exhibit 17-2 HCM 7th Edition

3. RESULTADOS

Para la obtención de resultados se calculan los parámetros de evaluación utilizando el método de análisis definido por el HCM en su 7ta edición. Previo a mostrar los resultados, se exhibe para cada escenario una imagen en la cual se puede observar la demanda vehicular asociada al mismo.

3.1 Escenario 1

Ilustración 3-1 Detalle de demandas - Escenario 1



Fuente: PTV VISTRO 2024

Ilustración 3-2 Diagrama resultados - Escenario 1



Fuente: PTV VISTRO 2024

Tabla 3-1 Promedio de demoras, longitud de cola y NS - Escenario 1

Cruce	Sentido	Maniobra	Promedio de demoras (s/veh)	Long cola Percentil 95 (veh)	Long cola Percentil 95 (m)	Nivel de servicio
Ruta 5 y Acceso Braspine	Ruta 5 al Norte	Todas	5,65	0,70	5,33	A
	Ruta 5 al Sur	Todas	5,78	0,65	4,93	A
	Acceso Braspine	Todas	4,95	0,16	1,19	A
	Global	Global	5,63	-	-	A

Fuente: Elaboración propia

3.2 Escenario 2

Ilustración 3-3 Detalle de demandas - Escenario 2



Fuente: PTV VISTRO 2024

Ilustración 3-4 Diagrama resultados - Escenario 2



Fuente: PTV VISTRO 2024

Tabla 3-2 Promedio de demoras, longitud de cola y NS - Escenario 2

Cruce	Sentido	Maniobra	Promedio de demoras (s/veh)	Long cola Percentil 95 (veh)	Long cola Percentil 95 (m)	Nivel de servicio
Ruta 5 y Acceso Braspine	Ruta 5 al Norte	Todas	6,20	0,92	6,98	A
	Ruta 5 al Sur	Todas	6,28	0,84	6,41	A
	Acceso Braspine	Todas	5,27	0,17	1,27	A
	Global	Global	6,15	-	-	A

Fuente: Elaboración propia

3.3 Escenario 3

La demanda y distribución direccional del tránsito de este escenario es igual a la mostrada en la **Ilustración 3-1**
Detalle de demandas - Escenario 1 Ilustración 3-1 para el Escenario 1.

Ilustración 3-5 Diagrama resultados - Escenario 3



Fuente: PTV VISTRO 2024

Tabla 3-3 Promedio de demoras, longitud de cola y NS - Escenario 3

Cruce	Sentido	Maniobra	Promedio de demoras (s/veh)	Long cola Percentil 95 (veh)	Long cola Percentil 95 (m)	Nivel de servicio
Ruta 5 y Acceso Braspine	Ruta 5 al Norte	Siguen	-	-	-	A
		Giro der	-	-	-	A
	Ruta 5 al Sur	Giro izq	8,74	0,03	0,24	A
		Siguen	-	-	-	A
	Acceso Braspine	Giro izq	11,72	0,22	1,64	B
		Giro der	10,80	0,22	1,64	B
	Global	Global	1,44	-	-	A

Fuente: Elaboración propia

3.4 Escenario 4

La demanda y distribución direccional del tránsito de este escenario es igual a la mostrada en la ilustración 3-1. Detalle de demandas - Escenario 1 Ilustración 3-3 para el Escenario 2.

Ilustración 3-6 Diagrama resultados - Escenario 4



Fuente: PTV VISTRO 2024

Tabla 3-4 Promedio de demoras, longitud de cola y NS - Escenario 4

Cruce	Sentido	Maniobra	Promedio de demoras (s/veh)	Long cola Percentil 95 (veh)	Long cola Percentil 95 (m)	Nivel de servicio
Ruta 5 y Acceso Braspine	Ruta 5 al Norte	Siguen	-	-	-	A
		Giro der	-	-	-	A
	Ruta 5 al Sur	Giro izq	8,89	0,03	0,20	A
		Siguen	-	-	-	A
	Acceso Braspine	Giro izq	12,66	0,24	1,87	B
		Giro der	11,25	0,24	1,87	B
	Global	Global	1,24	-	-	A

Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES

El presente documento detalla el análisis de tránsito asociado a la generación de un acceso en el km 398 de la Ruta 5, como consecuencia del emplazamiento de la planta Braspine. El parámetro adoptado para la realización del estudio fue las demoras promedio sufridas por los vehículos, con su correspondiente Nivel de Servicio (NS).

Se evaluaron dos posibles geometrías para la construcción del acceso, una rotonda y un cruce en T, y dos escenarios de operación distintos, el año 2026, como año de apertura, y el año 2031, como año de diseño. De esta manera, se generaron cuatro escenarios posibles.

En primer lugar se determinó el NS para el año 2026, año de apertura de la planta y en presencia de esta. En ese caso, el NS sobre la ruta se mantendría en A para ambos tipos de geometría proyectada, siendo las demoras globales sobre el cruce de 5,65 y 5,78 s/veh hacia el norte y sur respectivamente para el caso de la rotonda, y de 0,00 y 8,74 s/veh en el caso de los ingresos desde el cruce en T. Se observan mayores demoras sobre el acceso a la planta en su maniobra de salida para la configuración de cruce en T, con una demora promedio de 10,80 y 11,72 s/veh dependiendo el sentido de giro, mientras que para la rotonda se observa un valor de 4,95 s/veh. Globalmente el cruce en T proporciona menores tiempos de demora promedio con 1,44 s/veh mientras que la rotonda 5,63 s/veh.

Por otra parte, se observó que el NS para el año 2031, año de diseño de la planta, se mantuvo en A como valor global para ambos tipos de geometrías proyectadas. Las demoras promedio observadas sobre la Ruta 5 fueron de 6,20 y 6,28 s/veh en el caso de la rotonda, y de 8,89 s/veh para los giros a la izquierda en el caso del cruce en T, manteniéndose en 0,00 s/veh el giro a la derecha. De la misma manera que en los escenarios anteriores, la demora promedio en el acceso para las maniobras de salida han sido mayores para el cruce en T, mostrando un nivel de servicio B, con 12,66 s/veh en el giro a la izquierda y 11,25 s/veh en sentido a la derecha. Por su parte, la rotonda mantiene el NS del acceso en A, con una demora promedio de 5,27 s/veh. Al igual que en el año de apertura, el cruce en T proporciona menores tiempos de demora promedio con 1,24 s/veh mientras que la rotonda 6,15 s/veh

En base a lo anteriormente descrito, es posible afirmar que el tránsito generado por el emprendimiento no impacta significativamente en el punto de acceso proyectado sobre la ruta, la cual presenta un excelente Nivel de Servicio con demoras muy reducidas para los vehículos que circulen sobre ella, para ambos casos de las geometrías propuestas.

No obstante, teniendo esto presente, la generación de una rotonda brindaría a los usuarios una mayor seguridad, a diferencia de lo que podrían ser otras opciones, aunque aumentando las demoras globales de los usuarios en aproximadamente 6 s/veh. Esta solución permite reducir los tiempos de espera para aquellas maniobras de ingreso y egreso al predio, lo cual es altamente positivo ya que evita el hastío de los conductores. Esto, en otro tipo de soluciones podría dar lugar a la ejecución de maniobras poco apropiadas y así generar accidentes de alto impacto. En caso de existir un siniestro, a diferencia de una dársena, en la cual los choques serían a alta velocidad y en ángulo recto, de giro a la izquierda e incluso de frente, en una rotonda se producirían a baja velocidad y con ángulos de impacto mucho menos grave, dado que esencialmente los vehículos viajan en una misma dirección.